P/ INT COOPERATION TREAT

	From the INTERNATIONAL BUREAU					
PCT	To:	То:				
NOTIFICATION OF THE RECORDING OF A CHANGE (PCT Rule 92bis.1 and Administrative Instructions, Section 422) Date of mailing (day/month/year) 17 April 2001 (17.04 01)	Fried D-68	MIERSWA, Klaus Friedrichstrasse 171 D-68199 Mannheim ALLEMAGNE				
Applicant's or agent's file reference P98184WO.1P		IMPORTANT NOT	IFICATION			
International application No. PCT/EP99/09845		nal filing date (day/month/y ecember 1999 (09.12.9	·			
The following indications appeared on record concerning: the applicant the inventor	the ager	<u> </u>	on representative			
Name and Address DEUTSCHE TELEKOM AG		State of Nationality	State of Residence			
Rechtsabteilung (Patente) PA1 D-64307 Darmstadt Germany		Telephone No. 06151/83-58 40				
		Facsimile No. 06151/83-58 43				
		Teleprinter No.				
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that to X the person X the name X the add	r	change has been recorded the nationality	concerning:			
Name and Address		State of Nationality	State of Residence			
MIERSWA, Klaus Friedrichstrasse 171 D-68199 Mannheim Germany		Telephone No. 0621 /85 60 00				
		Facsimile No. 0621 /85 60 01				
		Teleprinter No.				
3. Further observations, if necessary: Please note that MIERSWA, Klaus has been app	ointed as	agent of record.				
4. A copy of this notification has been sent to:						
X the receiving Office		the designated Offices	concerned			
the International Searching Authority		the elected Offices con	cerned			
X the International Preliminary Examining Authority		other:				
The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized	officer A. Karkachi				
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone	No.: (41-22) 338.83.38				

2						
Ř.		· .				
(E)	7.4				, ,	
*	n en					
A. Period	A GARAGE					
			· •			
						V
te Total		y .		and the second of the second		a de servicio
i.						
			,			
j				Winner of the second of the se		
k -						:
à.						
J.	***					
k	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	graphic Life	The water was the second		-	
			· philips .			
*						
		-				
		¥ 5				
	e de la companya de l					
						**
						:
			•4			
# :						
						•
÷						5
jas						
*:						
* *,						
P.						
k						
		•				
		er i erede				

ENT COOPERATION TREAT P,

	From the INTERNATIONAL BUREAU
PCT	То:
NOTIFICATION OF ELECTION (PCT Rule 61.2)	Assistant Commissioner for Patents United States Patent and Trademark Office
	Box PCT Washington, D.C.20231 ETATS-UNIS D'AMERIQUE
Date of mailing: 03 August 2000 (03.08.00)	in its capacity as elected Office
International application No.: PCT/EP99/09845	Applicant's or agent's file reference: P98184WO.1P
International filing date: 09 December 1999 (09.12.99)	Priority date: 29 January 1999 (29.01.99)
Applicant: DULTZ, Wolfgang et al	•
The designated Office is hereby notified of its election made	de:
X in the demand filed with the International preliminar	
in a notice effecting later election filed with the Inter	national Bureau on:
2. The election X was	
was not	
made before the expiration of 19 months from the priority Rule 32.2(b).	date or, where Rule 32 applies, within the time limit under
	Authorized aff
The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer: J. Zahra
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	J. Zanra Telephone No.: (41-22) 338.83.38

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

·

T5

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

PEO'D 1 9 APR 2001

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aldensei	han da	s Anmelders oder Anwalts	T					
P98184			WEITERES VORGEH		ilung über die Übersendung des intemationalen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)			
Internatio	nales A	ktenzeichen	Internationales Anmeldedatu	m <i>(Tag/Monat/Jahr</i>)	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag)			
PCT/EF	299/09	845	09/12/1999	,	29/01/1999			
	nale Pa		 nationale Klassifikation und IPk					
Anmelder		TELEKOM AG et al.						
			fungsbericht wurde von der elder gemäß Artikel 36 übe		onalen vorläufigen Prüfung beauftragten			
2. Dies	ser BEI	RICHT umfaßt insgesam	6 Blätter einschließlich die	eses Deckblatts.				
					· · · · ·			
3. Dies	ser Ber	icht enthält Angaben zu f	olgenden Punkten:					
	 🛛	Grundlage des Berichts	3					
1		Priorität						
11		Keine Erstellung eines	Gutachtens über Neuheit, e	erfinderische Täti	gkeit und gewerbliche Anwendbarkeit			
I∨	<i>'</i>	Mangelnde Einheitlichk	eit der Erfindung					
\ \	/ Ø		g nach Artikel 35(2) hinsich arkeit; Unterlagen und Erkl		, der erfinderischen Tätigkeit und der Izung dieser Feststellung			
V		Bestimmte angeführte I	Jnterlagen					
VI		Bestimmte Mängel der	internationalen Anmeldung					
VII		Bestimmte Bemerkunge	en zur internationalen Anm	eldung				
					·			
Datum de	er Einrei	chung des Antrags	Da	tum der Fertigstelle	ung dieses Berichts			
19/04/2	000		17	.04.2001				
	eauftra	nschrift der mit der internatio gten Behörde:	nalen vorläufigen Be	vollmächtigter Bed	iensteter			
	D-8	opäisches Patentamt 0298 München +49 89 2399 - 0 Tx: 523656	G epmu d	rand, J-Y	Was see a se			
		: +49 89 2399 - 4465	,	I. Nr. +49 89 2399	2472			

	•			_
				•
			,	•

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/09845

I.	Gru	ndlag	des	В	richts
----	-----	-------	-----	---	--------

1.	Auf ein	forderung nach Arti	tzblätter, die dem Ann en dieses Berichts als n enthalten (Regeln 70	s "ursprünglich				
	3-9		ursprüngliche Fassung					
	1,2,	2a	eingegangen am	09/02/2001	mit Schreiben vom	07/02/2001		
	Pat	entansprüche, Nr.	:					
	1-1-	4	eingegangen am	09/02/2001	mit Schreiben vom	07/02/2001		
	Zei	chnungen, Blätter	:					
	1/3-	-3/3	ursprüngliche Fassung					
2.	die	internationale Anm	he: Alle vorstehend genannten l eldung eingereicht worden ist, z chts anderes angegeben ist.					
		Bestandteile stand gereicht; dabei hand	en der Behörde in der Sprache: delt es sich um	zur Verfügu	ing bzw. wurden in die	eser Sprache		
		die Sprache der Ü Regel 23.1(b)).	bersetzung, die für die Zwecke	der internatio	nalen Recherche eing	gereicht worden ist (nac		
		die Veröffentlichur	ngssprache der internationalen .	Anmeldung (n	ach Regel 48.3(b)).			
		die Sprache der Ü ist (nach Regel 55	bersetzung, die für die Zwecke .2 und/oder 55.3).	der internation	nalen vorläufigen Prül	fung eingereicht worder		
3.			nternationalen Anmeldung offer e Prüfung auf der Grundlage de					
		in der internationa	len Anmeldung in schriftlicher F	orm enthalten	ı ist.			
		zusammen mit der	r internationalen Anmeldung in o	computerlesba	arer Form eingereicht	worden ist.		
		bei der Behörde na	achträglich in schriftlicher Form	eingereicht w	orden ist.			
		bei der Behörde na	achträglich in computerlesbarer	Form eingere	eicht worden ist.			
			3 das nachträglich eingereichte alt der internationalen Anmeldur					
		_	die in computerlesbarer Form entsprechen, wurde vorgelegt.	erfassten Info	ormationen dem schrif	tlichen		

4	أما

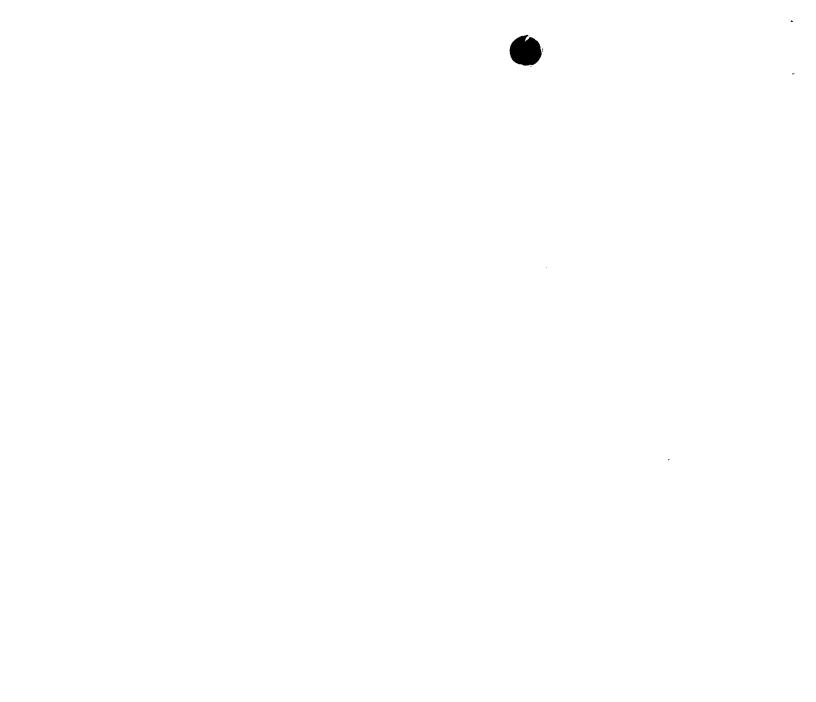


INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/09845

4.	Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:						
		Beschreibung, Ansprüche, Zeichnungen,	Seiten: Nr.: Blatt:				
5.		 □ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden; da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)). (Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen;sie sind diesem Bericht beizufügen). 					
6.	Etw	aige zusätzliche Bem	erkungen:				
٧.						erfinderischen Tätigkeit und d dieser Feststellung	1
1.	Fes	tstellung					
	Neu	heit (N)	Ja: Nein:	Ansprüche Ansprüche	1-14		
	Erfir	nderische Tätigkeit (E		Ansprüche Ansprüche	1-14		
	Gev	verbliche Anwendbark		Ansprüche Ansprüche	1-14		
2.	Unte	erlagen und Erklärung	jen				

siehe Beiblatt



Zu Punkt V

Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung.

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1 = D1 = F. WASSMANN et al.: "Berry's phase analysis of polarization rotation in helicoidal fibers", Appl. Optics Bd. 37, Nr. 18, 1998-06-20, Seiten 3902-3911, XP002131838

D2 = Y. LIBO et al.: "Two dimensional HiBi fiber-optic coil strain sensor", Bd. 26,

Nr. 7, 1997-07, Seiten 618-622, XP000884999

D3 = US-A-5 201 015

D4 = US-A-4389090

1. Technisches Gebiet der Erfindung

Die Anmeldung bezieht sich auf eine Vorrichtung/ ein Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten Ort und einem zweiten Ort.

2. Unabhängiger Patentanspruch 1

Aus der D1 ist eine Methode bekannt, die Drehung der Polarisation von Licht, welches einen schraubenförmig gewundenen Lichtleiter durchläuft, zu berechnen.

Aus der D2 ist bekannt, mit Hilfe eines gewundenen Lichtleiters mechanische Spannungen zu messen, wobei der Einfluß der mechanischen Spannung auf den Polarisationszustand von Licht ausgenutzt wird, welches den Lichtleiter durchläuft. Aus der D3 ist ein Sensor zur Messung mechanischer Spannungen mit Hilfe eines Lichtleiters bekannt. der Lichtleiter weist konzentrische Windungen auf. Bei Ausübung einer mechanischen Zugspannung auf den Sensor werden die Windungen elastisch gedehnt, wodurch der Wegumfang der Windungen und damit auch der Lichtweg des Lichts im Lichtleiter zunehmen. Die Zunahme des Lichtweges wird als Maß für die von außen einwirkende mechanische Spannung herangezogen.

Aus der D4 ist eine Vorrichtung zur Herstellung bestimmter Polarisationszustände von Licht in einem Lichtleiter bekannt. Mindestens ein Bereich des Lichtleiters ist als Windung oder Spule ausgebildet. Der Polarisationzustand des Lichts kann durch Verändern der räumlichen Orientierung der Windung oder Spulen sowie durch Tordieren des Lichtleiters eingestellt und verändert werden.

Problem: Steigerung der Genauigkeit.



INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT - BEIBLATT

Lösung gemäß Anspruch 1: Die Vorrichtung enthält eine schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser, welche mit wenigstens einem der Orte mechanisch verbindbar ist, eine Erfassungseinrichtung und eine Referenz-Lichtleitfaserstrecke.

Art. 33(2) und (3) PCT: die Merkmale "die Lichtleitfaser ist mit wenigstens einem der Orte mechanisch verbindbar", "eine Erfassungseinrichtung für optische Signale, wobei die Erfassungseinrichtung ein Ausganssignal abzugeben imstande ist, welches vom Polarisationszustand des über die Lichtleitfaser übertragenen optischen Signals abhängt" und "eine Referenz-Lichtleitfaserstrecke" gehen aus der D1 nicht hervor. Die Merkmale "schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser" und "eine Referenz-Lichtleitfaserstrecke" gehen aus der D2 nicht hervor.

Die Dokumente D3-D4 offenbaren nicht die Merkmale "eine Referenz-Lichtleitfaserstrecke".

Eine derartige Vorrichtung ist aus keinem der im Recherchenbericht genannten Dokumente bekannt oder wird durch sie nahegelegt.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 ist somit neu und erfinderisch.

3. Unabhängiger Patentanspruch 9

Der unabhängige Verfahrensanspruch 9 stimmt mit dem unabhängigen Vorrichtungsanspruch 1 in allen strukturellen Merkmalen überein, da in diesen Merkmalen den Vorrichtungsmerkmalen entsprechende Verfahrensschritte beansprucht werden.

Die Merkmale "der Polarisationszustand des optischen Signals nach der Übertragung wird mit dem vor der Übertragung verglichen" oder "der Polarisationszustand des optischen Signals nach der Übertragung wird mit einem Referenz-Polarisationszustand verglichen" gehen aus der D1-D4 nicht hervor.

Der Gegenstand des Anspruchs 9 ist somit neu und erfinderisch (Artikel 33 (2) und (3) PCT).

4. Gewerbliche Anwendbarkeit (Artikel 33(4) PCT)

Ohne Zweifel ist die vorliegende Erfindung gewerblich anwendbar.

5. Abhängige Ansprüche

Die abhängigen Ansprüche 2 bis 8 beziehen sich auf vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und sie werden daher ebenfalls als neu und erfinderisch angesehen.





INTERNATIONALER VORLÄUFIGER **PRÜFUNGSBERICHT - BEIBLATT**

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/09845

Die abhängigen Ansprüche 10 bis 14 beziehen sich auf vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung gemäß Anspruch 9 und sie werden daher ebenfalls als neu und erfinderisch angesehen.





10

15

20

25

30

35





P98184WO.1P / 5205 / 01.02.2001

Seite 1 neu

Sensor und Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen

Technisches Gebiet:

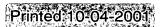
Die Erfindung betrifft einen Sensor sowie ein Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort auf optischer Grundlage.

Stand der Technik:

Zur Längenänderungsmessungen zwischen beweglichen Objekten sind eine Vielzahl von Methoden bekannt. Es sind beispielsweise Sensoren auf der Grundlage elektrischer Methoden bekannt, wie z. B. Dehnungsmeßstreifen. Es werden elektrische Kapazitätsänderungen sowie Änderungen des magnetischen Flusses bei kleinen Längenänderungen ausgenutzt. Optische Methoden zur Bestimmung von Längenänderungen haben den Vorteil, daß zwischen den Punkten, deren Abstandsänderung gemessen werden soll, keine elektrisch leitende Verbindung bestehen muß. Üblich sind Interferometer für kleine und mittlere Entfernungen von etwa 1 µm bis 1 m, Moiréanordnungen sowie Laufzeitmessungen an Lichtimpulsen. Interferometeranordnungen sind zwar sehr genau, haben aber den Nachteil, daß sie mechanisch äußerst empfindlich und nur mit hohem Justieraufwand zu betreiben sind. Daher müssen sie im wesentlichen schwingungsfrei aufgestellt werden, weshalb sie insbesondere zur Erfassung von Abstandsänderungen bewegter Objekte nicht einfach einsetzbar sind. Moiréanordnungen sind ebenfalls genau, sind aber im Meßbereich oberhalb von einigen Zentimetern nur sehr kostenaufwendig zu realisieren; Laufzeitmessungen an optischen Impulsen bzw. Messungen von Frequenzverschiebungen durch den Dopplereffekt sind nur für größere Entfernungen genau und erfordern eine aufwendige Meßelektronik.

Aus der im Juni 1998 erschienenen Veröffentlichung "Berry's Phase analysis of polarization rotation in helicoidal fibers" in Applied Optics, Band 37, Nr. 18, von F. Wassmann und A. Ankiewicz ist eine Methode bekannt, die Drehung der Polarisation von Licht, welches einen schraubenförmig gewundenen Lichtleiter durchläuft, zu berechnen. Die Drehung der Polarisation kann zur Realisierung eines Lichtleiter-Sensors ausgenützt werden, mit dem die Größe einer Verschiebung bestimmbar ist.

Aus der im Juli 1997 erschienenen Veröffentlichung "Two-dimensional HiBi fiber-optic coil strain sensor", Acta Photonica Sinica, Vol. 26, No 7, Seiten 618-



				4 %
		W		
			•	
				ij



10

15

20

25

30

35





P98184WO.1P / 5205 / 01.02.2001

Seite 2 neu

622, XP 000884999, von Y. Libo und A. Farhad ist bekannt, mit Hilfe eines gewundenen Lichtleiters mechanische Spannungen zu messen, wobei der Einfluß der mechanischen Spannung auf den Polarisationszustand von Licht ausgenutzt wird, welches den Lichtleiter durchläuft.

Auch aus der US-A-5 201 015 ist ein Sensor zur Messung mechanischer Spannungen mit Hilfe eines Lichtleiters bekannt. Der Lichtleiter weist konzentrische Windungen auf. Bei Ausübung einer mechanischen Zugspannung auf den Sensor werden die Windungen elastisch gedehnt, wodurch der Wegumfang der Windungen und damit auch der Lichtweg des Lichts im Lichtleiter zunehmen. Die Zunahme des Lichtweges wird als Maß für die von außen einwirkende mechanische Spannung herangezogen.

Aus der US-A-54 389 090 ist eine Vorrichtung zur Herstellung bestimmter Polarisationszustände von Licht in einem Lichtleiter bekannt. Mindestens ein Bereich des Lichtleiters ist als Windung oder Spule ausgebildet. Der Polarisationzustand des Lichts kann durch Verändern der räumlichen Orientierung der Windung oder Spulen sowie durch Tordieren des Lichtleiters eingestellt und verändert werden.

Technische Aufgabe:

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Sensor zur Erfassung von Abstandsänderungen zur Verfügung zu stellen, welcher technisch einfach und kostengünstig zu realisieren ist, keine besondere mechanische Stabilität erfordert und zur genauen Bestimmung von kleinen Positionsänderungen einsetzbar ist. Des weiteren soll ein Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen angegeben werden, welches einfach durchführbar ist.

Offenbarung der Erfindung:

Die Aufgabe wird gelöst durch einen Sensor zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort mit wenigstens einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser, welche mit wenigstens einem der Orte mechanisch verbindbar ist, einem Lichtsender und einer Erfassungseinrichtung für optische Signale. Dabei ist die Erfassungseinrichtung ein Ausgangssignal abzugeben imstande, welches vom Polarisationszustand des über die Lichtleitfaser übertragenen optischen Signals abhängt, und eine Referenz-Lichtleitfaserstrecke vorgesehen ist, welche der Lichtleitfaser nachgebildet ist und über die ein zweites optisches Signal

			199
			•
		,	
			,







P98184WO.1P / 5205 / 01.02.2001

Seite 2a neu

übertragen wird, wobei die über beide Strecken übertragenen optischen Signale in einer gemeinsamen oder in getrennten Erfassungseinrichtungen derart erfaßt werden, daß Unterschiede im Polarisationszustand ermittelbar sind.

- Verfahrensmäßig besteht die Lösung der Aufgabe in einem Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort, wobei:
 - a) wenigstens einer der Orte mit einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser mechanisch gekoppelt wird;
- b) ein optisches Signal mit bekanntem Polarisationszustand in die Lichtleitfaser eingekoppelt wird,
 - c) das über die Verbindungsleitung übertragene optische Signal derart erfaßt wird, daß Informationen über dessen Polarisationszustand gewonnen werden:
 - d) die Abstandsänderung aus den Informationen über den Polarisationszustand des übertragenen Signals ermittelt werden,
 - e) der Polarisationszustand des optischen Signals nach der Übertragung mit dem vor der Übertragung und/oder mit einem Referenz-Polarisationszustand verglichen wird.
- Vorteilhafte Weiterbildungen des Sensors und des Verfahrens sind in den Unteransprüchen 2 bis 8 bzw. 10 bis 14 gekennzeichnet.
- Die Erfindung beruht auf dem Prinzip der Polarisationsänderung von Licht in helixförmig gewundenen optischen Fasern bei Änderung der Helixparameter. Die Polarisation des Lichtes am Ausgang einer einfachen schraubenförmig gewendelten optischen Glasfaserleitung ist empfindlich gegenüber Bewegung, besonders gegenüber ziehharmonikaähnlichen Bewegungen der Faser. Diese Abhängigkeit der Polarisation von der Form der Raumkurve der Faser kann direkt zur Messung der Form, z. B. der Länge der Ziehharmonika der Faserwindungen benutzt werden. Damit kann der Abstand zweier beliebiger Orte bestimmt werden, indem sie durch eine solche bewegliche schraubenförmig gewundene elastische Glasfaserstrecke verbunden werden.



			•
		ъ	



PCT/EP99/09345



P98184WO.1P / 5205 / 01 02 2001

Patentansprüche neu

Patentansprüche

- 1. Sensor zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten Ort (A1) und einem zweiten Ort (A2) mit wenigstens einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser (1), welche mit wenigstens einem der Orte (A1, A2) mechanisch verbindbar ist, einem Lichtsender (3) und einer Erfassungseinrichtung (DE) für optische Signale, wobei die Erfassungseinrichtung (DE) ein Ausgangssignal abzugeben imstande ist, welches vom Polarisationszustand des über die Lichtleitfaser (1) übertragenen optischen Signals abhängt, und eine Referenz-Lichtleitfaserstrecke vorgesehen ist, welche der Lichtleitfaser (1) nachgebildet ist und über die ein zweites optisches Signal übertragen wird, wobei die über beide Strecken übertragenen optischen Signale in einer gemeinsamen oder in getrennten Erfassungseinrichtungen derart erfaßt werden, daß Unterschiede im Polarisationszustand ermittelbar sind.
 - 2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungseinrichtung (DE) ein Polarimeter (2) oder ein Detektor mit vorgeschaltetem Analysator ist.
- 3. Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfaser (1) in Schraubenrichtung flexibel ist und Abstandsänderungen zwischen dem ersten Ort (A1) und dem zweiten Ort (A2) zu folgen imstande ist.
- 4. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfaser (1) mit einem elastischen Trägermaterial (D) verbunden ist, welches bei mechanischer Belastung der Lichtleitfaser (1) eine Formveränderung ermöglicht und die Lichtleitfaser (1) bei Nichtbelastung in ihrer gebogenen Ausgangsform hält.
 - 5. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfaser (1) um wenigstens ein längliches Trägerelement, vorzugsweise einen Zylinder, gewunden ist, wobei das Trägerelement vorzugsweise flexibel ist.
 - 6. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,



30

		··
	•	
	•	
	•	•







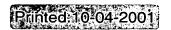


P98184WO.1P / 5205 / 01.02.2001

Patentansprüche neu

daß die Lichtleitfaser (1) am Trägerelement derart befestigt ist, daß sie in ihrer gewundenen Form beweglich, aber auf dem Trägerelement stabilisiert bleibt.

- 7. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
- daß bei der Lichtleitfaser (1) ein Windungssinn überwiegt, die Lichtleitfaser (1) vorzugsweise nur einen Windungssinn aufweist.
 - 8. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
- dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (1) linear polarisiertes Licht erzeugt und/oder am Eingang der Lichtleitfaser (1) ein Linearpolarisator (P, PA) angeordnet ist.
- 9. Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten
 15 Ort (A1) und einem zweiten Ort (A2), wobei:
 - a) wenigstens einer der Orte (A1, A2) mit einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser (1) mechanisch gekoppelt wird;
 - b) ein optisches Signal mit bekanntem Polarisationszustand in die Lichtleitfaser (1) eingekoppelt wird,
- c) das über die Verbindungsleitung übertragene optische Signal derart erfaßt wird, daß Informationen über dessen Polarisationszustand gewonnen werden;
 - d) die Abstandsänderung aus den Informationen über den Polarisationszustand des übertragenen Signals ermittelt werden,
- e) der Polarisationszustand des optischen Signals nach der Übertragung mit dem vor der Übertragung und/oder mit einem Referenz-Polarisationszustand verglichen wird.
 - 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandsänderung durch Vergleich des detektierten Signals bzw. einzelner Parameter des detektierten Signals mit in einer Eichmessung bestimmten Werten, die einem bestimmten Abstand entsprechen, ermittelt wird.
 - 11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandsänderung aus dem detektierten Signal bzw. einzelner Parameter des detektierten Signals und der Form der Raumkurve der Lichtleitfaser (1) berechnet wird.



30



.









P98184WO.1P / 5205 / 01.02.2001

Patentansprüche neu

- 12. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenz-Polarisationszustand der nach Durchlaufen der im mechanischen Ruhezustand vorliegenden Verbindungsstrecke gemessene Polarisationszustand des optischen Signals ist.
- 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Signal gemeinsam mit einem Referenzsignal detektiert wird.
- 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß linear polarisiertes Licht in die Lichtleitfaser (1) eingekoppelt wird und Licht mit einer definierten linearen Polarisation detektiert wird.



Absender: ANMELDEAMT			PCT		
An DEUTSCHE TELEKOM AG Rechtsabteilung (Patente D-64307 Darmstadeenschi ALLEMAGNE Patenta	s) PA1 le Telekom AG bteilung	MITTEILUNG DES INTERNATIONALEN AKTENZEICHENS UND DES INTERNATIONALEN ANMELDEDATUMS			
5ing.: 3.1	JAN. 2880	/ (Re	egel 20.5.c) PCT)		
1111	" W"	Absendedatum (Tag/Monat/Jahr)	2 %, 01, 00		
Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P98184WO. 1P	,	WICH	TIGE MITTEILUNG		
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 99/ 09845	Internationales Anmelde 09/12/		Prioritätsdatum (<i>Tag Monat Jahr</i>) 29/01/1999		
Anmelder DEUTSCHE TELEKOM AG					
Bezeichnung der Erfindung					
Anmeldedatum zuerkannt worden ist. 2. Weiterhin wird dem Anmelder mitgete oben angegebenen Absendedatum übe 3. Sonstiges:	ült, daß das Aktenexampla Frmittelt worden ist. Übermittlung des Aktenex /301). Ist das Aktenexemp	emplars durch das Anmel lar bei Ablauf des vierzeh	deamt und unterrichtet den Anmelder über nten Monats nach dem Prioritätsdatum		
Name und Postanschrift des Anmeldeamts Europäisches Patentamt, P.B. S NL-2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediens	Steter Corne		

Formblatt PCT/RO/105 (0792) P20404

Express Fail No .: ELQ4450384645

			• •	r	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •
					•
		·			
· ·					
	•				

ANTRAG

Der Unterzeichnete beantragt, daß die vorliegende internationale Anmeldung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens behandelt wird.

Vom	Anmeldeamt auszufüllen

Internationales Aklenzeithen / 09845

09 DEC 1999

(09. 12. 1999) Internationales Anneldedatum

EUROPEAN PATENT OFFICE PCT INTERNATIONAL APPLICATION

Name des Anmeldeamts und "PCT International Application"

	Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts (falls gewünscht) (max. 12 Zeichen) P98184WO.1P				
Feld Nr. I BEZEICHNUNG DER ERFINDUNG					
Sensor und Verfahren zur Erfassung von Abstandsär	nderungen				
Feld Nr. II ANMELDER					
Name und Anschrist: (Familienname, Vorname; bei juristischen Pers Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name d in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des S Anmelders, sosern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes	sonen vollständige amtliche des Staats anzugeben. Der Sitzes oder Wohnsitzes des s angegeben ist.) Diese Person ist gleichzeitig Erfinder				
DEUTSCHE TELEKOM AG Friedrich-Ebert-Allee 140	Telefonnr.:				
53113 Bonn DE	Telefaxor.:				
	Fernschreibnr.:				
Staatsangehörigkeit (Staat): DE	Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE				
Diese Person ist Anmelder alle Bestimmungsstaten alle Bestimmungsstaten der Vereinigten State	nur die Vereinigten die im Zusatzfeld angegebenen Staaten von Amerika Staaten von Amerika die je im Zusatzfeld angegebenen Staat				
Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITE	ERE) ERFINDER				
Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Perst Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name de in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des S Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes DULTZ; Wolfgang Marienbergerstr. 37	las Staats annuachan Dani na na na				
65936 Frankfurt/M. DE	nur Erfinder (Wird dieses Kästche angekreuzt, so sind die nachstehende Angabennichtnötig.)				
Staatsangehörigkeit (Staat): DE	Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE				
Diese Person ist Anmelder alle Bestimmungsstaaten alle Bestimmungsstaaten der Vereinigten Staat					
Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einer	m Fortsetzungsblatt angegeben.				
Feld Nr. IV ANWALT ODER GEMEINSAMER VERTRET	ER; ZUSTELLANSCHRIFT				
Die folgende Person wird hiermit bestellt/ist bestellt worden, um für vor den zuständigen internationalen Behörden in folgender Eigensc	r den (die) Anmelder Anwalt gemeinsamer chaft zu handeln als: Anwalt Vertreter				
Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollstä Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des	indige amtliche Bezeichnung. Staats anzugeben.) Telefonns.: 06151/83-58 40				
Deutsche Telekom AG	Telefaxnr.:				
Rechtsabteilung (Patente) PA1 64307 Darmstadt	06151/83-58 43				
Deutschland	Fernschreibnr.:				
Zustellanschrift: Dieses Kästchen ist anzukreuzen, wenn keir im obigen Feld eine spezielle Zustellanschrift angegeben ist.	n Anwalt oder gemeinsamer Vertreter bestellt ist und statt dessen				

		•		
		,		
	,			
•				
·				

Blatt Nr.

Fortsetzung von Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER						
Wird keines der folgenden Felder benutzt, s	so sollte dieses Blatt der	n Antrag nicht beigefügt werden.				
Name und Anschrist: (Familienname, Vorname: bei juristischen Per Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Anmelders, sosern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitze DULTZ; Gisela	Diese Person ist:					
Marienbergerstr. 37		Anmelder und Erfinder				
65936 Frankfurt/M. DE		nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)				
Staatsangehörigkeit (Staat): DE	Sitz oder Wohnsitz (Si	taat): DE				
Diese Person ist Anmelder alle Bestimmungs: für folgende Staaten: alle Bestimmungsstaaten der Vereinigten St	staaten mit Ausnahme aaten von Amerika	nur die Vereinigten die im Zusatzfeld Staaten von Amerika angegebenen Staaten				
Name und Auschrist: (Familienname, Vorname; bei juristischen Pers. Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name din diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitze. FRINS; Erna	les Staats anzugeben. Der	Diese Person ist:				
Garibaldi 2859 Ap. 403		Anmelder und Erfinder				
11600 Montevideo URUGUAY		nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angabennichtnötig.)				
Staatsangehörigkeit (Staat): Uruguay	Sitz oder Wohnsitz (Sta	aat): Uruguay				
Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten: alle Bestimmungsstaaten alle Bestimmungsstader Vereinigten Sta	aaten mit Ausnahme aten von Amerika	nur die Vereinigten die im Zusatzfeld Staaten von Amerika angegebenen Staaten				
Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Perss Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name d in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des S Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes	es Staats anzugeben. Der	Diese Person ist:				
SCHMITZER; Heidrun König-Philipp-Weg 25		X Anmelder und Erfinder				
93051 Regensburg DE		nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angabennichtnötig.)				
Staatsangehörigkeit (Staat): DE	Sitz oder Wohnsitz (Sta	at): DE				
Diese Person ist Anmelder alle Bestim- für folgende Staaten: alle Bestimmungssta der Vereinigten Staa		nur die Vereinigten die im Zusatzfeld Staaten von Amerika angegebenen Staaten				
Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Perso Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name de in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Si Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes	tzes oder Wohnsitzes des 1	Diese Person ist: nur Anmelder Anmelder und Erfinder				
		nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreut), so sind die nachstehenden Angabennichtnötig.)				
Staatsangehörigkeit (Staat):	Sitz oder Wohnsitz (Staz	at):				
Diese Person ist Anmelder alle Bestim- ür folgende Staaten: alle Bestim- mungsstaaten der Vereinigten Staat		ur die Vereinigten die im Zusatzfeld angegebenen Staaten				
Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem zusätzlichen Fortsetzungsblatt angegeben.						



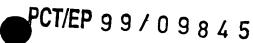


Feld	Nr. V	BESTIMMUNG VON STAATEN								
Die fo	olgende	n Bestimmungen nach Regel 4.9 Absatz a werden hiermit vorger	nomme	n (bitte	die entsprechenden Kästchen ankreuzen: wenigstens ein Kästchen					
тиβо	ıngekre	uzt werden):								
		s Patent	٠	T C	Legatho MW Malauri CD Cudan CI Ciarre I					
	Ar	SZ Swasiland, UG Uganda, ZW Simbabwe und ieder	weite	re Staa	Lesotho, MW Malawi, SD Sudan, SL Sierra Leone, at, der Vertragsstaat des Harare-Protokolls und des PCT ist					
	EA	Eurasisches Patent: AM Armenien, AZ Aserbaidschan, BY Belarus, KG Kirgisistan, KZ Kasachstan, MD Republik Moldau, RU Russische Föderation, TJ Tadschikistan, TM Turkmenistan und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des								
COS		Eurasischen Patentübereinkommens und des PCT is		~ 11						
X	EP	EP Europäisches Patent: AT Österreich, BE Belgien. CH und LI Schweiz und Liechtenstein. CY Zypern, DE Deutschland, DK Dänemark, ES Spanien, FI Finnland, FR Frankreich. GB Vereinigtes Königreich. GR Griechenland, IE Irland, IT Italien, LU Luxemburg, MC Monaco, NL Niederlande, PT Portugal, SE Schweden und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Europäischen Patentübereinkommens und des PCT ist								
N 7					angeben)					
_		s Patent (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges	_	-	•					
		Vereinigte Arabische Emirate	П		Liberia					
		Albanien			Lesotho					
		Armenien			Litauen					
		Osterreich			Luxemburg					
		Australien		LV	Lettland					
	ΑZ	Aserbaidschan			Republik Moldau					
	BA	Bosnien-Herzegowina		MG	Madagaskar					
	BB	Barbados		MK	Die ehemalige jugoslawische Republik					
	BG	Bulgarien			Mazedonien					
	BR	Brasilien		MN	Mongolei					
	BY	Belarus		MW	/ Malawi					
X	CA	Kanada		MX	Mexiko					
	CH	und LI Schweiz und Liechtenstein		NO	Norwegen					
	CN	China		NZ	Neusceland					
	CU	Kuba		PL	Polen					
$\overline{\Box}$		Tschechische Republik	$\overline{\Box}$	PT	Portugal					
\Box		Deutschland	$\bar{\Box}$		Rumänien					
ă		Dänemark			Russische Föderation					
ö		Estland			Sudan					
	ES	Spanien		SE	Schweden					
	FI	Finnland		SG	Singapur					
=				SI	Slowenien					
		Vereinigtes Königreich			Slowakei					
		Grenada	=							
		Georgien		SL	Sierra Leone					
П	GH	•		TJ	Tadschikistan					
		Gambia			Turkmenistan					
	HR	Kroatien		TR	Türkei					
	HU	Ungarn		TT	Trinidad und Tobago					
	ID	Indonesien		UA	Ukraine					
	IL	Israel		UG	Uganda					
	IN	Indien	X	US	Vereinigte Staaten von Amerika					
	IS	Island								
X	JР	Japan		UΖ	Usbekistan					
$\overline{\Box}$	KE	Kenia	$\overline{\Box}$	VN	Vietnam					
	KG	Kirgisistan		YU	Jugoslawien					
	КР	Demokratische Volksrepublik Korea	$\overline{\Box}$		Südafrika					
_		Demokratische vokstepublik Korea	\exists		Simbabwe					
	K.D	==	_							
					Ir die Bestimmung von Staaten , die dem PCT nach der chung dieses Formblatts beigetreten sind:					
		Kasachstan	_							
		Saint Lucia								
<u> </u>		Sri Lanka	<u> Ц</u>							
Erkl	ärung	bzgl. vorsorglicher Bestimmungen: Zusätzlich zu	ı den	oben	genannten Bestimmungen nimmt der Anmelder nach					

Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen: Zusätzlich zu den oben genannten Bestimmungen nimmt der Anmelder nach Regel 4.9 Absatz b auch alle anderen nach dem PCT zulässigen Bestimmungen vor mit Ausnahme der im Zusätzfeld genannten Bestimmungen, die von dieser Erklärung ausgenommen sind. Der Anmelder erklärt, daß diese zusätzlichen Bestimmungen unter dem Vorbehalt einer Bestätigung stehen und jede zusätzliche Bestimmung, die vor Ablauf von 15 Monaten ab dem Prioritätsdatum nicht bestätigt wurde, nach Ablauf dieser Frist als vom Anmelder zurückgenommen gilt. (Die Bestätigung einer Bestimmung erfolgt durch die Einreichung einer Mitteilung, in der diese Bestimmung angegeben wird, und die Zahlung der Bestimmungs- und der Bestätigungsnebühr. Die Bestätigung muß beim Anmeldeamt innerhalb der Frist von 15 Monaten eingehen.)

			,
		·	
·			

Blatt Nr 4



		Blatt Nr.	• • • • •	• •		
Feld Nr. VI PRIORITÄTS	ANSPRUCH			Weitere	Prioritätsansprüche sind i	m Zusatzfeld angegeben.
Anmeldedatum	Aktenzeichen				Ist die frühere Anmeldung	g eine:
der früheren Anmeldung (Tag/Monat/Jahr)	der früheren Anmel	dung nations	ale Ann Staat	neldung:	regionale Anmeldung:* ii regionales Amt	nternationale Anmeldung Anmeldeamt
Zeile(1) 29. Januar 1999 (29.01.1999)	19903447.8	DE				
Zeile(2)						
7 1 (2)						
Zeile(3)						
Das Anmeldeamt wird ersu bezeichneten früheren Anm dem Amt eingereicht worde	cht, eine beglaubigte Al eldung(en) zu erstellen en ist(sind), das für die	bschrift der ober und dem interna Zwecke dieser in	n in der ationaler nternati	(den) Zeil Büro zu Onalen Ani	e(n)	rühere Anmeldung(en) bei
 Falls es sich bei der früheren An Mitgliedstaat der Pariser Verbands 	meldung um eine ARIPO	D-Anmeldung han	delt, so	muß in dei	n Zusatzfeld mindestens ein S	taat angegeben werden, der
	ONALE RECHERCI					
Wahl der internationalen Recherch (falls zwei oder mehr als zwei inte behörden für die Ausführung der int zuständig sind. geben Sie die von Ihne der Zweibuchstaben-Code kann benut	mationale Recherchen- ernationalen Recherche en gewählte Behörde an;	Antrag auf N frühere Reche beantragt oder Datum (Tag/l	rche (fai von ihr	ls eine früh lurchgefüh		ne: Bezugnahme auf diese ionalen Recherchenbehörde maat (oder regionales Amt)
ISA / EP	<i>--</i>				•	
Feld Nr. VIII KONTROLLI						
Diese internationale Anmeldung die folgende Anzahl von Blätte				_	lie nachstehend angekreuz	ten Unterlagen bei:
Antrag : 7	1. 🔼 5	t für die Gebüh		_	L.	
Beschreibung (ohne	-	onderte unterze			•	nden): 38690
Sequenzprotokollteil) 9		ie der allgemei ründung für da			Aktenzeichen (falls vorha sterschrift	Rden). 30090
Ansprüche : 3	-	ŭ				
Zusammenfassung : 1	folge	ritätsbeleg(e), ende Zeilennur	nmer g	ekennzeio	chnet	
Zeichnungen : 3	6. 🔲 Über	rsetzung der in	tematic	nalen An	meldung in die folgende S	prache:
Sequenzprotokollteil der Beschreibung : —	7. 🔲 Geson	nderte Angaben	zu hint	erlegten M	ikroorganismen oder anderer	n biologischen Material
	8. 🔲 Prote	okoll der Nucle	otid- u	nd/oder A	minosäuresequenzen in co	mputerlesbarer Form
Blattzahl insgesamt : 23	9. 🔲 Sons	tige (<i>einzeln</i> a	ufführe	ŋ): Zusatz	blatt 5-7	
Abbildung der Zeichnungen, die mit der Zusammenfassung veröffentlicht werden soll (Nr.):		Sprache, in de internationale eingereicht wi	Anmeld	ung de	tsch] **	
	FT DES ANMELDE					
Der Name jeder unterzeichnenden aus dem Antrag ergibt, in welche	Person ist neben der er Eigenschaft die Pe	Unterschrift zu erson unterzeich	wieder hnet.	holen, und	l es ist anzugeben, sofern s	sich dies nicht eindeutig
Deutsche Telekom AG						
i.A. ////////			Fort	eatzuna	Blatt 5-7	
Dr.Frank Wedekind, Refere EPA-Vollmacht 38690	ent der Patentabte	eilung	1 011	36Œŭi ig	, blatt 5 7	
				- 60 H	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
Datum des tatsächlichen Eing internationalen Anmeldung:		om Anmeldean (0 9.	nt auszi , 12. 9		09 DEC 1999	2. Zeichnungen einge-
 Geändertes Eingangsdatum au fristgerecht eingegangener Ur zur Vervollständigung dieser 	ıfgrund nachträglich, nterlagen oder Zeichr internationalen Anme	jedoch nungen ldung:				gangen:
4. Datum des fristgerechten Einge Richtigstellungen nach Artike	angs der angeforderter					gegangen:
 Internationale Recherchenbeho (falls zwei oder mehr zuständi 	örde ig sind): ISA /	1	6.	Überr Zahlu	nittlung des Recherchenex ng der Recherchengebühr	emplars bis zur autgeschoben
	Vom Ir	nternationalen .	Büro a	ıszufüller	l 	
Datum des Eingangs des Akten beim Internationalen Büro:						

			•	6	
				·	
		~*			

Zusatzfeld Wird dieses Zusatzfeld nicht benutzt. so sollte dieses Blatt dem Antrag nicht beigefügt werden.

- 1. Wenn der **Platz in einem Feld nicht für alle Angaben ausreich**t: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. …" (Nummer des Feldes angeben] und machen die Angaben entsprechend der in dem Feld, in dem der Platz nicht ausreicht, vorgeschriebenen Art und Weise, insbesondere:
- (i) Wenn mehr als zwei Anmelder und/oder Erfinder vorhanden sind und kein "Fortsetzungsblatt" zur Verfügung steht: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. III" und machen für jede weitere Person die in Feld Nr. III vorgeschriebenen Angaben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.
- (ii) Wenn in Feld Nr. II oder III die Angabe "die im Zusatzfeld angegebenen Staaten" angekreuzt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II". "Fortsetzung von Feld Nr. III" und geben den Namen des Anmelders oder die Namen der Anmelder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Anmelder ist.
- (iii) Wenn der in Feld Nr. II oder III genannte Erfinder oder Erfinder/Anmelder nicht für alle Bestimmungsstaaten oder für die Vereinigten Staaten von Amerika als Erfinder benannt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II". "Fortsetzung von Feld Nr. III" bzw. "Fortsetzung von Feld Nr. III und Nr. III" und geben den Namen des Erfinders oder die Namen der Erfinder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-, eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Erfinder ist.
- (iv) Wenn zusätzlich zu dem Anwalt oder den Anwälten, die in Feld Nr. IV angegeben sind, weitere Anwälte bestellt sind: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. IV" und machen für jeden weiteren Anwalt die entsprechenden, in Feld Nr. IV vorgeschriebenen Angaben.
- (v) Wenn in Feld Nr. V bei einem Staat (oder bei OAPI) die Angabe "Zusatzpatent" oder "Zusatzzertifikat," oder wenn in Feld Nr. V bei den Vereinigten Staaten von Amerika die Angabe "Fortsetzung" oder "Teilfortsetzung" hinzugefügt wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. V" und geben den Namen des betreffenden Staats (oder OAPI) an und nach dem Namen jedes solchen Staats (oder OAPI) das Aktenzeichen des Hauptschutzrechts oder der Hauptschutzrechtsanmeldung und das Datum der Erteilung des Hauptschutzrechts oder der Einreichung der Hauptschutzrechtsanmeldung.
- (vi) Wenn in Feld Nr. VI die Priorität von mehr als drei früheren Anmeldungen beansprucht wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und machen für jede weitere frühere Anmeldung die entsprechenden, in Feld Nr. VI vorgeschriebenen Angaben.
- (vii) Wenn in Feld Nr. VI die frühere Anmeldung eine ARIPO Anmeldung ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und geben, unter Angabe der Nummer der Zeile, in der die die frühere Anmeldung betreffenden Angaben gemacht sind, mindestens einen Staat an, der Mitglied der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums ist und für den die frühere Anmeldung erfolgte.
- 2. Wenn, im Hinblick auf die Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen in Feld Nr. V, der Anmelder Staaten von dieser Erklärung ausnehmen möchte: In diesem Fall schreiben Sie "Bestimmung(en), die von der Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen ausgenommen ist (sind) " und geben den Namen oder den Zweibuchstaben-Code jedes so ausgeschlossenen Staates an.
- 3. Wenn der Anmelder für irgendein Bestimmungsamt die Vorteile nationaler Vorschriften betreffend **unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit** in Anspruch nimmt: In diesem Fall schreiben Sie "Erklärung betreffend unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit" und geben im folgenden die entsprechende Erklärung ab.

 That U. IX

W. Ouls

Fortsetzung Unterschriften der Anmelder (Erfinder)

J. Dulta

DULTZ; Wolfgang

NO/EP

	·		

Zusatzfeld Wird dieses Zusatzfeld nicht benutzt, so sollte dieses Blatt dem Antrag nicht beigefügt werden.

1. Wenn der **Platz in einem Feld nicht für alle Angaben ausreich**t: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr...." [Nummer des Feldes angeben] und machen die Angaben entsprechend der in dem Feld, in dem der Platz nicht ausreicht, vorgeschriebenen Art und Weise, insbesondere:

- (i) Wenn mehr als zwei Anmelder und/oder Erfinder vorhanden sind und kein "Fortsetzungsblatt" zur Verfügung steht: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. III" und machen für jede weitere Person die in Feld Nr. III vorgeschriebenen Angaben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.
- (ii) Wenn in Feld Nr. II oder III die Angabe "die im Zusatzfeld angegebenen Staaten" angekreuzt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II", "Fortsetzung von Feld Nr. III" und geben den Namen des Anmelders oder die Namen der Anmelder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Anmelder ist.
- (iii) Wenn der in Feld Nr. II oder III genannte Erfinder oder Erfinder/Anmelder nicht für alle Bestimmungsstaaten oder für die Vereinigten Staaten von Amerika als Erfinder benannt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II", "Fortsetzung von Feld Nr. III" bzw. "Fortsetzung von Feld Nr. III und Nr. III" und geben den Namen des Erfinders oder die Namen der Erfinder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-, eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Erfinder ist.
- (iv) Wenn zusätzlich zu dem Anwalt oder den Anwälten, die in Feld Nr. IV angegeben sind, weitere Anwälte bestellt sind: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. IV" und machen für jeden weiteren Anwalt die entsprechenden, in Feld Nr. IV vorgeschriebenen Angaben.
- (v) Wenn in Feld Nr. V bei einem Staat (oder bei OAPI) die Angabe "Zusatzpatent" oder "Zusatzzertifikat," oder wenn in Feld Nr. V bei den Vereinigten Staaten von Amerika die Angabe "Fortsetzung" oder "Teilfortsetzung" hinzugefügt wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. V" und geben den Namen des betreffenden Staats (oder OAPI) an und nach dem Namen jedes solchen Staats (oder OAPI) das Aktenzeichen des Hauptschutzrechts oder der Hauptschutzrechtsanmeldung und das Datum der Erteilung des Hauptschutzrechts oder der Einreichung der Hauptschutzrechtsanmeldung.
- (vi) Wenn in Feld Nr. VI die Priorität von mehr als drei früheren Anmeldungen beansprucht wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und machen für jede weitere frühere Anmeldung die entsprechenden, in Feld Nr. VI vorgeschriebenen Angaben.
- (vii) Wenn in Feld Nr. VI die frühere Anmeldung eine ARIPO Anmeldung ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und geben. unter Angabe der Nummer der Zeile, in der die die frühere Anmeldung betreffenden Angaben gemacht sind, mindestens einen Staat an. der Mitglied der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums ist und für den die frühere Anmeldung erfolgte.
- 2. Wenn, im Hinblick auf die Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen in Feld Nr. V. der Anmelder Staaten von dieser Erklärung ausnehmen möchte: In diesem Fall schreiben Sie "Bestimmung(en), die von der Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen ausgenommen ist(sind)" und geben den Namen oder den Zweibuchstaben-Code jedes so ausgeschlossenen Staates an.
- 3. Wenn der Anmelder für irgendein Bestimmungsamt die Vorteile nationaler Vorschriften betreffend unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit in Anspruch nimmt: In diesem Fall schreiben Sie "Erklärung betreffend unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit" und geben im folgenden die entsprechende Erklärung ab.

Fortsetzung Unterschriften der Anmelder-(Erfinder)

% RD/EP

FRINS; Erna

PCT/EP 99/09845

Zusatzfeld Wird dieses Zusatzfeld nicht benutzt, so sollte dieses Blatt dem Antrag nicht beigefügt werden.

- 1. Wenn der **Platz in einem Feld nicht für alle Angaben ausreicht**: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. ..." [Nummer des Feldes angeben] und machen die Angaben entsprechend der in dem Feld, in dem der Platz nicht ausreicht, vorgeschriebenen Art und Weise, insbesondere:
- (i) Wenn mehr als zwei Anmelder und/oder Erfinder vorhanden sind und kein "Fortsetzungsblatt" zur Verfügung steht: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. III" und machen für jede weitere Person die in Feld Nr. III vorgeschriebenen Angaben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.
- (ii) Wenn in Feld Nr. II oder III die Angabe "die im Zusatzfeld angegebenen Staaten" angekreuzt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II", "Fortsetzung von Feld Nr. III" und geben den Namen des Anmelders oder die Namen der Anmelder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Anmelder ist.
- (iii) Wenn der in Feld Nr. II oder III genannte Erfinder oder Erfinder/Anmelder nicht für alle Bestimmungsstaaten oder für die Vereinigten Staaten von Amerika als Erfinder benannt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II". "Fortsetzung von Feld Nr. III" bzw. "Fortsetzung von Feld Nr. III und Nr. III" und geben den Namen des Erfinders oder die Namen der Erfinder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-, eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Erfinder ist.
- (iv) Wenn zusätzlich zu dem Anwalt oder den Anwälten, die in Feld Nr. IV angegeben sind, weitere Anwälte bestellt sind: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. IV" und machen für jeden weiteren Anwalt die entsprechenden, in Feld Nr. IV vorgeschriebenen Angaben.
- (v) Wenn in Feld Nr. V bei einem Staat (oder bei OAPI) die Angabe "Zusatzpatent" oder "Zusatzzertifikat," oder wenn in Feld Nr. V bei den Vereinigten Staaten von Amerika die Angabe "Fortsetzung" oder "Teilfortsetzung" hinzugefügt wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. V" und geben den Namen des betreffenden Staats (oder OAPI) an und nach dem Namen jedes solchen Staats (oder OAPI) das Aktenzeichen des Hauptschutzrechts oder der Hauptschutzrechtsanmeldung und das Datum der Erteilung des Hauptschutzrechts oder der Einreichung der Hauptschutzrechtsanmeldung.
- (vi) Wenn in Feld Nr. VI die Priorität von mehr als drei früheren Anmeldungen beansprucht wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und machen für jede weitere frühere Anmeldung die entsprechenden, in Feld Nr. VI vorgeschriebenen Angaben.
- (vii) Wenn in Feld Nr. VI die frühere Anmeldung eine ARIPO Anmeldung ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und geben, unter Angabe der Nummer der Zeile, in der die die frühere Anmeldung betreffenden Angaben gemacht sind, mindestens einen Staat an, der Mitglied der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums ist und für den die frühere Anmeldung erfolgte.
- 2. Wenn, im Hinblick auf die Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen in Feld Nr. V. der Anmelder Staaten von dieser Erklärung ausnehmen möchte: In diesem Fall schreiben Sie "Bestimmung(en). die von der Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen ausgenommen ist(sind)" und geben den Namen oder den Zweibuchstaben-Code jedes so ausgeschlossenen Staates an.
- 3. Wenn der Anmelder für irgendein Bestimmungsamt die Vorteile nationaler Vorschriften betreffend **unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit** in Anspruch nimmt: In diesem Fall schreiben Sie "Erklärung betreffend unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit" und geben im folgenden die entsprechende Erklärung ab.

Fortsetzung Unterschriften der Anmelder (Erfinder)

%. Rojep

SCHMITZER; Heidrun

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM Integnationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7:

G01B 11/16

A1

(11) Internationale Ver"ffentlichungsnummer: WO 00/45124

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum: 3. August 2000 (03.08.00)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/EP99/09845

- (22) Internationales Anmeldedatum: 9. Dezember 1999 (09.12.99)

29. Januar 1999 (29.01.99) DE

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

MC, NL, PT, SE).

(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, US, europäisches Patent (AT,

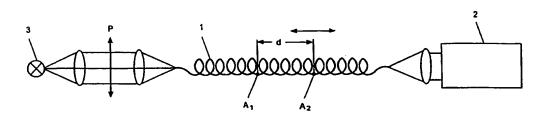
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU,

- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser
 - US): DEUTSCHE TELEKOM AG [DE/DE]; Friedrich-Ebert-Allee 140, D-53113 Bonn (DE).
- (72) Erfinder; und

(30) Prioritätsdaten:

199 03 447.8

- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DULTZ, Wolfgang [DE/DE]; Marienbergerstrasse 37, D-65936 Frankfurt am Main (DE). DULTZ, Gisela [DE/DE]; Marienbergerstrasse 37, D-65936 Frankfurt am Main (DE). FRINS, Ema [UY/UY]; Garibaldi 2859, Ap. 403, 11600 Montevideo (UY). SCHMITZER, Heidrun [DE/DE]; König-Philipp-Weg 25, D-93051 Regensburg (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: DEUTSCHE TELEKOM AG; Rechtsabteilung (Patente) PA1, D-64307 Darmstadt (DE).
- (54) Title: SENSOR AND METHOD FOR DETECTING CHANGES IN DISTANCE
- (54) Bezeichnung: SENSOR UND VERFAHREN ZUR ERFASSUNG VON ABSTANDSÄNDERUNGEN



(57) Abstract

The invention relates to a sensor for detecting changes in distance between a first location and a second location, comprising an essentially helical coil-shaped optical fibre which can be mechanically connected to at least one of the locations, a light transmitter and a detection device for optical signals, said detection device having the means for emitting an output signal which is dependent on the state of polarisation of the optical signal transmitted via the optical fibre. The invention also relates to a method for detecting changes in distance between a first location and a second location, characterised by the following steps: at least one of the locations is mechanically linked to an essentially helical coil-shaped optical fibre; an optical signal with a known state of polarisation is coupled into the optical fibre; after transmission via the connection line, this signal is detected in such a way that information about its state of polarisation can be obtained; the change in distance is then determined using this information.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Sensor zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort mit wenigstens einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser, welche mit wenigstens einem der Orte mechanisch verbindbar ist, einem Lichtsender und einer Erfassungseinrichtung für optische Signale, wobei die Erfassungseinrichtung ein Ausgangssignal abzugeben imstande ist, welches vom Polarisationszustand des über die Lichtleitfaser übertragenen optischen Signals abhängt. Die Erfindung betrifft des weiteren ein Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort mit folgenden Merkmalen: Wenigstens einer der Orte wird mechanisch mit einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser gekoppelt; in die Lichtleitfaser wird ein optisches Signal mit bekanntem Polarisationszustand eingekoppelt; dieses wird nach der Übertragung über die Verbindungsleitung derart erfaßt, daß Informationen über seinen Polarisationszustand gewonnen werden; aus diesen Informationen wird die Abstandsänderung ermittelt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
ΑU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
ΑZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	Œ	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumānien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dānemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Sensor und Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen

Technisches Gebiet:

Die Erfindung betrifft einen Sensor sowie ein Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort auf optischer Grundlage.

Stand der Technik:

10

15

20

25

Zur Längenänderungsmessungen zwischen beweglichen Objekten sind eine Vielzahl von Methoden bekannt. Es sind beispielsweise Sensoren auf der Grundlage elektrischer Methoden bekannt, wie z. B. Dehnungsmeßstreifen. Es werden elektrische Kapazitätsänderungen sowie Änderungen des magnetischen Flusses bei kleinen Längenänderungen ausgenutzt. Optische Methoden zur Bestimmung von Längenänderungen haben den Vorteil, daß zwischen den Punkten, deren Abstandsänderung gemessen werden soll, keine elektrisch leitende Verbindung bestehen muß. Üblich sind Interferometer für kleine und mittlere Entfernungen von etwa 1 µm bis 1 m, Moiréanordnungen sowie Laufzeitmessungen an Lichtimpulsen. Interferometeranordnungen sind zwar sehr genau, haben aber den Nachteil, daß sie mechanisch äußerst empfindlich und nur mit hohem Justieraufwand zu betreiben sind. Daher müssen sie im wesentlichen schwingungsfrei aufgestellt werden, weshalb sie insbesondere zur Erfassung von Abstandsänderungen bewegter Objekte nicht einfach einsetzbar sind. Moiréanordnungen sind ebenfalls genau, sind aber im Meßbereich oberhalb von einigen Zentimetern nur sehr kostenaufwendig zu realisieren; Laufzeitmessungen an optischen Impulsen bzw. Messungen von Frequenzverschiebungen durch den Dopplereffekt sind nur für größere Entfernungen genau und erfordern eine aufwendige Meßelektronik.

Technische Aufgabe:

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Sensor zur Erfassung von Abstandsänderungen zur Verfügung zu stellen, welcher technisch einfach und kostengünstig zu realisieren ist, keine besondere mechanische Stabilität erfordert und zur genauen Bestimmung von kleinen Positionsänderungen einsetzbar ist. Des weiteren soll ein Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen angegeben werden, welches einfach durchführbar ist.

Offenbarung der Erfindung:

Die Aufgabe wird gelöst durch einen Sensor zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort mit wenigstens einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser, welche mit wenigstens einem der Orte mechanisch verbindbar ist, einem Lichtsender und einer Erfassungseinrichtung für optische Signale. Dabei ist die Erfassungseinrichtung ein Ausgangssignal abzugeben imstande, welches vom Polarisationszustand des über die Lichtleitfaser übertragenen optischen Signals abhängt.

10

15

20

30

35

Verfahrensmäßig besteht die Lösung der Aufgabe bei einem Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort mit folgenden Merkmalen:

- a) mechanisches Koppeln wenigstens eines Ortes mit einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser;
- b) Einkoppeln eines optischen Signals mit bekanntem Polarisationszustand in die Lichtleitfaser,
- c) Erfassen des über die Verbindungsleitung übertragenen optischen Signals derart, daß Informationen über dessen Polarisationszustand gewonnen werden;
- d) Ermitteln der Abstandsänderung aus den Informationen über den Polarisationszustand des übertragenen Signals.

Vorteilhafte Weiterbildungen des Sensors und des Verfahrens sind in den Unteransprüchen 2 bis 9 bzw. 11 bis 16 gekennzeichnet.

Die Erfindung beruht auf dem Prinzip der Polarisationsänderung von Licht in helixförmig gewundenen optischen Fasern bei Änderung der Helixparameter. Die Polarisation des Lichtes am Ausgang einer einfachen schraubenförmig gewendelten optischen Glasfaserleitung ist empfindlich gegenüber Bewegung, besonders gegenüber ziehharmonikaähnlichen Bewegungen der Faser. Diese Abhängigkeit der Polarisation von der Form der Raumkurve der Faser kann direkt zur Messung der Form, z. B. der Länge der Ziehharmonika der Faserwindungen benutzt werden. Damit kann der Abstand zweier beliebiger Orte bestimmt werden, indem sie durch eine solche bewegliche schraubenförmig gewundene elastische Glasfaserstrecke verbunden werden.

Die Hauptursache für die Formabhängigkeit des Polarisationszustandes am Ausgang einer Glasfaser ist die starke Abhängigkeit der optischen Aktivität der Faser von der genauen Form ihrer Schraubenwindungen. Dieser Effekt ist in erster Näherung achromatisch und verursacht keine

Polarisationsmodendispersion. Er wird durch eine der sogenannten optischen Berry-Phasen, die Spinredirektionsphase, verursacht. Es handelt sich bei dieser Berry-Phase oder geometrischen Phase um einen Phaseneffekt, der durch die Struktur der Raumkurve der Faser verursacht wird und nicht durch eine optische Weglängendifferenz wie bei der normalen dynamischen Phase des Lichtes. Dennoch führen geometrische Phasen zu denselben Interferenzeffekten des Lichtes wie normale dynamische Phasen.

Die Größe der Spinredirektionsphase in einer schraubenförmig gewundenen Faser ist gleich dem Raumwinkel Ω , den der k-Vektor (k entspricht der Ausbreitungskonstanten β in der technischen Literatur) auf der Kugel der Orientierungen der Lichtausbreitung im Gegenuhrzeigersinn umläuft, wenn das Licht in der Faser durch eine Schraubenwindung geführt wird.

15

20

25

Wesentlich ist daher, daß Licht mit einem definierten Polarisationszustand in die gewendelte Lichtleitfaser eingekoppelt wird und das übertragene optische Signal in einer Weise detektiert wird, daß Rückschlüsse auf seinen Polarisationszustand bzw. einzelne Polarisationskomponenten nach Durchlaufen der Lichtleitfaser möglich sind. Aus der Änderung der Parameter des optischen Signals vor und nach der Übertragung oder durch Vergleich mit einer Referenz aus einer Eichmessung oder einer parallel durchgeführten Referenzmessung läßt sich auf die Form bzw. Formänderung der gewendelten Lichtleitfaser und damit auch auf Abstandsänderungen von mit dieser verbundenen Orten rückschließen.

Beispielsweise kann polarisiertes Licht in die Faser eingekoppelt und dessen Polarisationszustand oder die Stärke einer bestimmten Polarisationskomponente nach Durchlaufen der Lichtleitfaser mit einem Polarimeter oder einem Detektor mit vorgeschaltetem Analysator gemessen werden. Aus der Kenntnis der Polarisationen bzw. einzelner

Polarisationskomponenten vor und nach der Übertragung kann auf die formbedingte Polarisationsänderung und damit auf die Formänderung der Wendel geschlossen werden.

Wird das Übertragungssignal mit einer Referenz verglichen, so ist eine genaue Kenntnis des Polarisationszustandes vor der Übertragung nicht unbedingt notwendig. Es reicht, daß stets eine definierte Ausgangssituation vorliegt. Die Referenz ist beispielsweise eine Serie von Meßwerten, die während einer Eichmessung mit der Lichtleitfaser gewonnen wurden und das Ausgangssignal bei bestimmten Abständen des ersten und zweiten Ortes angeben. Alternativ kann ein Referenzsignal auch während der Messung erzeugt werden, indem eine Referenzstrecke, die vorzugsweise der gewendelten Lichtleitfaser nachgebildet ist, ebenfalls mit einem definierten optischen Signal beaufschlagt wird und beide Übertragungssignale miteinander verglichen werden. Dazu werden sie entweder getrennt ausgewertet und beide Intensitäten miteinander verglichen. Das eigentliche Übertragungssignal kann aber auch mit dem Referenz-Übertragungssignal zur Interferenz gebracht und anschließend in einer gemeinsamen Erfassungseinrichtung detektiert werden.

Die Vorteile der Erfindung sind die nahezu universelle Einsetzbarkeit, die keine spiegelnden Flächen oder eine besondere mechanische Stabilität des Systems erforderlich macht. Die Einkopplung des optischen Signals in die Faser sollte zwar mechanisch stabil sein, sie kann jedoch auch separat vom zu messenden System aufgebaut werden. Des weiteren läßt sich der Sensor ohne großen technischen Aufwand aus einzelnen, preisgünstigen Komponenten aufbauen.

25 Kurzbeschreibung der Zeichnungen, wobei zeigen:

- Figur 1 Einen erfindungsgemäßen Sensor mit einer wendelförmigen Lichtleitfaser:
- Figur 2 eine Ausschnitt aus einer wendelförmigen Lichtleitfaser;
- Figur 3 einen erfindungsgemäßen Sensor zur Erfassung von Längenänderungen eines Teleskoparms.

Wege zur Ausführung der Erfindung:

5

10

15

20

30

35

Figur 1A zeigt im unteren Teil einen erfindungsgemäßen Sensor mit einer wendelförmigen Lichtleitfaser 1. Die Lichtleitfaser weist hier einen festen Windungssinn auf. Allgemein reicht es aus, wenn ein Windungssinn bei einer beliebig gebogenen Faser überwiegt.

Die Lichtleitfaser weist des weiteren eine Ummantelung auf, die die Faser in ihrer wendelförmig gebogenen Form hält und Bewegungen, insbesondere solchen entlang der Längsachse der Wendel, elastisch zu folgen imstande ist. Dazu kann die Wendel auch als solche in ein elastisches Trägermaterial eingebettet sein, beispielsweise in einen elastischen Zylinder oder dergleichen.

5

10

15

20

30

Der Sensor umfaßt des weiteren eine Lichtquelle 3, die vorzugsweise ein Laser ist. Von der Lichtquelle 3 kommendes, linear polarisiertes Licht wird in die Faserwendel 1 eingekoppelt. Falls die Lichtquelle nicht vollständig polarisiertes Licht abstrahlt, ist zur Herstellung des definierten Polarisationszustandes ein Polarisator P am Eingang der Faser angeordnet. Am Ausgang der Faserwendel wird der Polarisationszustand des übertragenen optischen Signals mit Hilfe eines Polarimeters 2 gemessen. Alternativ kann auch ein einfacher Detektor mit einem vorgeschalteten Analysator eingesetzt werden, mit welchem die Intensität einer definierten Polarisationskomponente erfaßt werden kann.

Figur 1B zeigt schematisch eine Polarisationsellipse zur Darstellung des Polarisationszustandes des Lichts nach Durchlaufen der Übertragungsstrecke. Mit x und y sind die Schwingungsrichtungen des elektrischen Feldvektors bezeichnet. Der Feldvektor beschreibt im allgemeinsten Fall eine Ellipse mit den Hauptachsen a und b, die um den Winkel φ gegenüber den Achsen x und y gedreht ist.

Erfindungsgemäß wird ausgenutzt, daß der Orientierungswinkel φ der 25 Polarisationsellipse im Ausgang der Faserstrecke proportional zu der in der Wendel zwischen der rechts- und der linkszirkularen Komponente des eingekoppelten linear polarisierten Lichtes eingefügten sog. geometrischen Phase ist. Da sich die geometrische Phase mit der Form der Wendel ändert, ist der Orientierungswinkel φ ein Maß für die Form der Wendel. Auf diese Weise kann z. B. der Abstand d zwischen zwei Punkten A1 und A2 auf der Wendel gemessen werden, und damit auch der Abstand bzw. die Abstandsänderung zweier mit den Puntken A1 und A2 starr verbundener Orte.

35 In den nachfolgend beschriebenen, anhand Figur 2 erläuterten Sonderfällen läßt sich die geometrische Spinredirektionsphase und damit die Form der Wendel besonders einfach bestimmen. Jede volle Windung der Glasfaser auf einem Zylinder Z vom Radius r mit der Steigung St, für die der

10

15

20

25

30

35

Steigungswinkel Θ am Anfang A und am Ende E der Windung gleich ist, erzeugt eine Drehung ϕ des eingekoppelten linearpolarisierten Lichtes. Der Drehwinkel ϕ ist gegeben durch

5 (1)
$$\varphi = \int_{0}^{2\pi} [1 - \cos\Theta(\phi)] d\phi$$

Dabei ist ϕ der azimutale Winkel des Zylinders Z, siehe Fig. 2. Für den Fall einer gleichmäßig gewickelten Schraubenlinie ist Θ eine Konstante, und man erhält:

(2)
$$\varphi(\Theta = \text{konst.}) = 2\pi(1 - \cos\Theta) \text{ und } \cos\Theta = \frac{\text{St}}{L}$$

Koppelt man also bei A linear polarisiertes Licht unter dem Winkel α in die Helix ein, so hat es am Ende E eine um den Winkel ϕ gedrehte Polarisation also $\alpha \pm \phi$. Von der Helizität der Schraube hängt das Vorzeichen des Drehwinkels ϕ ab. L ist die Länge der Faserhelix. Ändert sich nun die Steigung St der Helix, so ändert sich der Steigungswinkel Θ und damit die Polarisationsrichtung am Faserende E. Bringt man am Ende E einen linearen Analysator an und läßt das Licht dann auf einen Detektor fallen, so registriert dieser eine Intensität I

(3)
$$I = I_0 \cos^2 \left[\gamma - (\alpha \pm \phi) \right]$$

wenn γ der Orientierungswinkel des Analysators ist und I $_0$ die aus der Faser austretende Intensität des linear polarisierten Lichtes. Hier ist angenommen, daß verlustfreie Verhältnisse herrschen und das Licht in der Faser ideal linear polarisiert bleibt.

Für alle anderen Fälle hängt I ebenfalls vom Steigerungswinkel Θ und damit vom Abstand der Punkte AE ab, dies allerdings in komplizierterer Weise. Der Zusammenhang wird vorzugsweise durch Eichung oder durch Messung der Parameter von Gleichung (1) sowie der verschiedenen Verluste ermittelt. Man erhält am Detektor ein Signal, das von dem zu messenden Abstand St abhängt und durch die Parameter r, γ und α in einen geeigneten Meßbereich gebracht werden kann.

Es ist nicht notwendig, nur eine einzige Windung der Faser als Abstandsindikator zu verwenden. Viele Windungen wie in Fig. 1 sowie nicht ganze Zahlen von Windungen sind ebenfalls möglich. Die Berechnung des Drehwinkels φ ist im Falle einer ganzzahligen Windungszahl N zwischen A und E und bei gleichen Steigungswinkeln bei A und E nach Gleichung (1) möglich, wobei die obere Intergrationsgrenze auf $2\pi N$ zu erweitern ist. Für nicht ganze Windungszahlen N und ungleichmäßige Windungen ist eine Eichung vorteilhafter als die Berechnung, die nicht mehr nach der einfachen Gleichung (1) erfolgen kann.

10

15

20

25

30

Zur Herstellung einer gleichmäßigen Windungsform mit konstanten Steigungswinkeln werden an den Punkten A und E am Anfang und Ende der Windung Achsen angebracht, um die sich die Faser bezüglich des Winkels Θ frei drehen kann. Diese Achsen stehen senkrecht auf der Zylinderachse der Windung. Die Faser ist auf einen elastischen Träger aufgebracht, der bei A und E ein Lager hat, so daß er sich um die Achsen drehen kann. Da sich in diesem Fall die gleichmäßige Helix automatisch als geodätische Kurve zwischen den Punkten A und E auf dem Zylinder einstellt, kann Gleichung (3) bei allen Steigungen St der Helix angewandt werden, für deren Ausbildung die Gesamtlänge der Faser ausreicht.

Im allgemeinen erhält eine optische Faser die (lineare) Polarisation nicht, d.h. beim Austritt aus der Faser ist das Licht nicht mehr so polarisiert, wie es ursprünglich beim Eintritt in die Faser war. Dieser Effekt wird einerseits durch Abweichungen des Faserkerns von der Kreissymmetrie, andererseits von der induzierten Doppelbrechung erzeugt, die durch Biegung der Faser entsteht. In sogenannten doppelbrechungsarmen Fasern, die auch eine niedrige Polarisationsmodendispersion haben, wird z. B. durch schnelle Drehung der Vorform beim Ziehen der Faser eine Orientierungsverteilung der Unsymmetrie des Faserkerns über alle Raumrichtungen erreicht. Solche Fasern sind daher besonders zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Längensensors geeignet.

Der Biegungsradius der Faser sollte nicht zu klein sein, um
Spannungsdoppelbrechung in der gebogenen Faser zu vermeiden. Eine
Abschätzung der Doppelbrechung in gebogenen Fasern wird in L.
Jeunhomme, Single-Mode Fiber Optics, N.Y. 1983, S. 60 gegeben. Ideal ist es, wenn die gewundene Faserhelix eine Phasenverzögerung von weniger als λ/10

hat, wobei λ die Betriebswellenlänge ist. Andererseits stören auch höhere Werte der Spannungsdoppelbrechung das Meßprinzip nicht wesentlich, da auch bei elliptisch polarisiertem Licht im Ausgang der Faser durch die Helixdeformation Änderungen des Orientierungswinkels ϕ , entstehen, die als Maß für die Längenänderung genommen werden können. Große Biegeradien der Faser können sowohl durch Vergrößerung des Helixradius als auch durch Vergrößerung der Helixsteigung erreicht werden.

Eine Eichung des Sensors schließt auch Intensitätsänderungen am Detektor am Ende der Faser ein, die durch Biegung der Faser bei der Änderung des Abstandes AE erfolgen. Eine Längenmessung durch Vergleich der aktuell gemessenen Werte mit in einer Eichmessung ermittelten Werten ist für den praktischen Einsatz des Sensors vorteilhaft, da dabei sämtliche, nicht durch die Längenänderung des der gewundenen Lichtleitfaser hervorgerufenen Einflüsse auf den Polarisationszustand des Lichts eliminiert werden können.

In Figur 3 ist eine praktische Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Ein elastischer Faserträger D, z. B. ein Stahl, Bronze- oder Kunststoffdraht, wird mit zwei Halterungen HA, HE versehen, die auf die Achsen bei A und E aufgesteckt werden können, so daß sie sich frei drehen lassen. Die Achsen an den Punkten A, E sind im beschriebenen Beispiel mit zwei Röhren eines Teleskoparms verbunden, dessen Längenänderung gemessen werden soll. Im dargestellten Beispiel wird eine schraubenförmige Lichtleitfaser mit einer einzigen Windung verwendet, die in den Faserträger D eingebettet ist.

25

30

10

15

20

Vor dem Halter HA ist eine Lichtquelle LQ angeordnet, die auch mechanisch mit dem Halter HA verbunden sein kann, so daß stabile Einkopplungsbedingungen vorliegen. Die Lichtquelle LQ, die vorzugsweise linear polarisiertes Licht erzeugt, ist z. B. eine Leuchtdiode oder ein Halbleiterlaser. Über eine Linse L1 wird das Licht in die optische Faser einkoppelt, deren Eingang sich am Halter HA befindet. Die Faser ist auf oder in dem elastischen Faserträger D befestigt. Falls die Lichtquelle unpolarisiertes Licht ausstrahlt, muß auch noch der lineare Polarisator PA zwischen Lichtquelle und Faseranfang angebracht werden.

35

Am Ende E der Windung befindet sich der Halter HE, an dem eine Linse L2 und der feste oder drehbare lineare Analysator PE befestigt ist. Die Linse bildet Licht aus der Faser auf den Detektor DE ab. Lichtquelle LQ und

Detektor DE sind durch leicht bewegliche elektrische Zuleitungen mit den entsprechenden Netz- und Registriergeräten N bzw. R verbunden. Um Störeinflüsse zu verringern, sind Lichtquelle, Detektor und Glasfaser lichtdicht gegen die Außenwelt abgedunkelt.

Gewerbliche Anwendbarkeit:

5

Die Erfindung läßt sich zur genauen Erfassung von Längen- und Abstandsänderungen in einer Vielzahl von Systemen, z.B. von Roboterarmen, vorteilhaft gewerblich einsetzen.

<u>Patentansprüche</u>

1. Sensor zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort mit wenigstens einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser, welche mit wenigstens einem der Orte mechanisch verbindbar ist, einem Lichtsender und einer Erfassungseinrichtung für optische Signale, wobei die Erfassungseinrichtung ein Ausgangssignal abzugeben imstande ist, welches vom Polarisationszustand des über die Lichtleitfaser übertragenen optischen Signals abhängt.

10

10

5

- 2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungseinrichtung ein Polarimeter oder ein Detektor mit vorgeschaltetem Analysator ist.
- 3. Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfaser in Schraubenrichtung flexibel ist und Abstandsänderungen zwischen dem ersten und dem zweiten Ort zu folgen imstande ist.
- 4. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfaser mit einem elastischen Trägermaterial verbunden ist, welches bei mechanischer Belastung der Lichtleitfaser eine Formveränderung ermöglicht und die Lichtleitfaser bei Nichtbelastung in ihrer gebogenen Ausgangsform hält.

25

30

35

5. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß die Lichtleitfaser um wenigstens ein längliches Trägerelement, vorzugsweise einen Zylinder, gewunden ist, wobei das Trägerelement vorzugsweise flexibel ist.

6. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß die Lichtleitfaser am Trägerelement derart befestigt ist, daß sie in ihrer gewundenen Form beweglich, aber auf dem Trägerelement stabilisiert bleibt. 7. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß bei der Lichtleitfaser ein Windungssinn überwiegt, die Lichtleitfaser vorzugsweise nur einen Windungssinn aufweist.

8. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

5

10

15

25

daß die Lichtquelle linear polarisiertes Licht erzeugt und/oder am Eingang der Lichtleitfaser ein Linearpolarisator angeordnet ist.

9. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß eine Referenz-Lichtleitfaserstrecke vorgesehen ist, welche der Lichtleitfaser nachgebildet ist und über die ein zweites optisches Signal übertragen wird, wobei die über beide Strecken übertragenen optischen Signale in einer gemeinsamen oder in getrennten Erfassungseinrichtungen derart erfaßt werden, daß Unterschiede im Polarisationszustand ermittelbar sind.

- 10. Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort mit folgenden Merkmalen:
 - a) mechanisches Koppeln wenigstens eines der Orte mit einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser;
 - b) Einkoppeln eines optischen Signals mit bekanntem Polarisationszustand in die Lichtleitfaser,
 - c) Erfassen des über die Verbindungsleitung übertragenen optischen Signals derart, daß Informationen über dessen Polarisationszustand gewonnen werden;
- d) Ermitteln der Abstandsänderung aus den Informationen über den Polarisationszustand des übertragenen Signals.
- 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,
 daß die Abstandsänderung durch Vergleich des detektierten Signals bzw.
 einzelner Parameter des detektierten Signals mit in einer Eichmessung
 bestimmten Werten, die einem bestimmten Abstand entsprechen, ermittelt
 wird.

- 12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandsänderung aus dem detektierten Signal bzw. einzelner Parameter des detektierten Signals und der Form der Raumkurve der Lichtleitfaser berechnet wird.
- 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet,

5

10

15

20

25

daß der Polarisationszustand des optischen Signals nach der Übertragung mit dem vor der Übertragung und/oder mit einem Referenz-Polarisationszustand verglichen wird.

- 14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenz-Polarisationszustand der nach Durchlaufen der im mechanischen Ruhezustand vorliegenden Verbindungsstrecke gemessene Polarisationszustand des optischen Signals ist.
- 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14,dadurch gekennzeichnet,daß das optische Signal gemeinsam mit einem Referenzsignal detektiert wird.
- 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet,

daß linear polarisiertes Licht in die Lichtleitfaser eingekoppelt wird und Licht mit einer definierten linearen Polarisation detektiert wird.

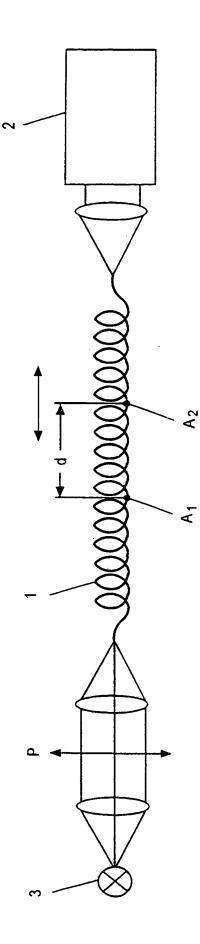


Fig. 1A

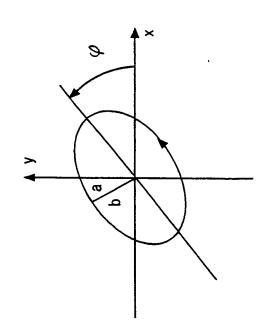
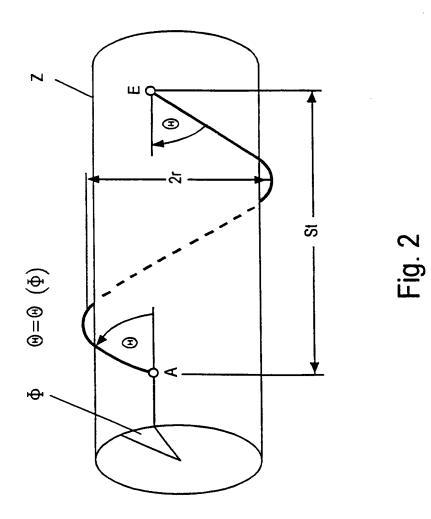


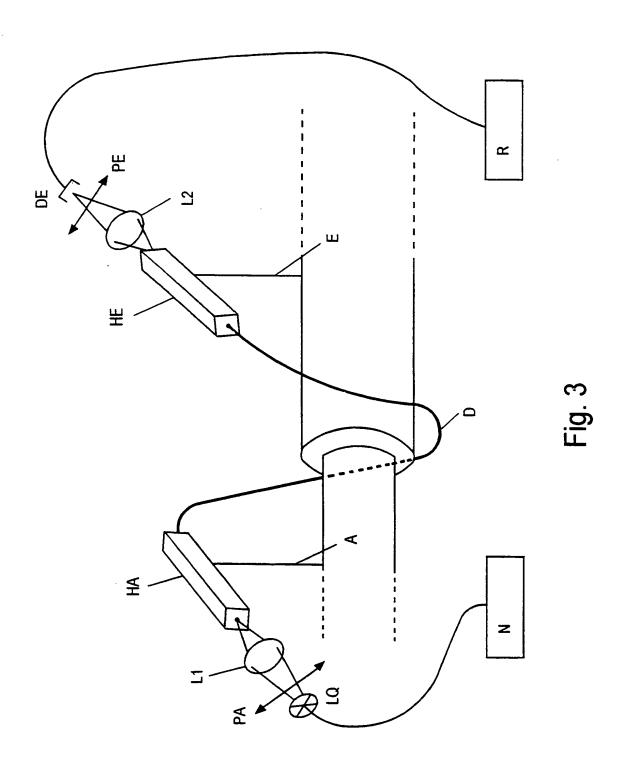
Fig. 1B

			P,
			•)
			8
			•



		•,
		•
		à
		₽n.

PCT/EP99/09845



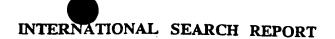
		†	
			•; v:
·			ų.
			•

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intel onal Application No PCT/EP 99/09845

			,
A. CLASSII IPC 7	FICATION OF SUBJECT MATTER G01B11/16		
According to	o International Patent Classification (IPC) or to both national classif	ication and IPC	
	SEARCHED		
Minimum do IPC 7	cumentation searched (classification system followed by classification sys	tion symbols)	
Documentat	ion searched other than minimum documentation to the extent that	such documents are included in the fields s	earched
Electronic da	ata base consulted during the international search (name of data t	pase and, where practical, search terms used	3)
C. DOCUME	ENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the	elevant passages	Relevant to claim No.
Y	F. WASSMANN ET AL: "Berry's pha analysis of polarization rotation helicoidal fibers" APPLIED OPTICS, vol. 37, no. 18, 20 June 1998 (1998-06-20), pages 3902-3911, XP002131838 USA page 3902 page 3904 -page 3906 page 3909 -page 3910; figures 1-	on in	1-3,10,
"A" docume	her documents are listed in the continuation of box C. ategories of cited documents: ent defining the general state of the art which is not dered to be of particular relevance document but published on or after the international date	"T" later document published after the imor priority date and not in conflict wit cited to understand the principle or tinvention "X" document of particular relevance; the	ternational filing date in the application but heory underlying the claimed invention
"L" docume which citatio "O" docum other "P" docum	ent which may throw doubts on priority claim(s) or is cited to establish the publication date of another in or other special reason (as specified) sent referring to an oral disclosure, use, exhibition or means ent published prior to the international filing date but than the priority date claimed	cannot be considered novel or cann involve an inventive step when the c "Y" document of particular relevance; the cannot be considered to involve an indocument is combined with one or ments, such combination being obvious in the art. "&" document member of the same pater	locument is taken alone claimed invention nventive step when the nore other such docu-ous to a person skilled
Date of the	actual completion of the international search	Date of mailing of the international s	earch report
1	.3 March 2000	29/03/2000	
Name and	mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Vorropoulos, G	

1



Inte ..onal Application No PCT/EP 99/09845

		PCT/EP 99/09845
C.(Continua Category °	ation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
-alegory '	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Y. LIBO ET AL: "TWO DIMENSIONAL Hibi FIBER-OPTIC COIL STRAIN SENSOR" ACTA PHOTONCA SINICA, vol. 26, no. 7, July 1997 (1997-07), pages 618-622, XP000884999 china page 618 page 621 -page 622; figures 1-4	1,10
Y	US 5 201 015 A (VON BIEREN KARLHEINZ ET AL) 6 April 1993 (1993-04-06) abstract; figures 1-6	4
Α	US 4 389 090 A (LEFEVRE HERVE C) 21 June 1983 (1983-06-21) abstract column 3, line 13 - line 32; figures 1-3	1,10

1



Information on patent family members

Inte onal Application No PCT/EP 99/09845

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5201015	Α	06-04-1993	NONE	
US 4389090	Α	21-06-1983	NONE	~~~~~~~~~~~

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter onales Aktenzeichen PCT/EP 99/09845

A. KLASSII IPK 7	FIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES G01B11/16		
Nach der Int	terretionalen Batentidese Filetias (IBIV) ader nach der nationalen Klag	-W	
	ternationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klass RCHIERTE GEBIETE	silikation und der iPK	
Recherchier IPK 7	rter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbol $601B$	le)	
Recherchier	rte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, sow	weit diese unter die recherchierten Gebiete	fallen
Während de	er internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Na	ame der Datenbank und evtl. verwendete S	Suchbegriffe)
C. ALS WE	SENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe	der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Х	F. WASSMANN ET AL: "Berry's phase analysis of polarization rotation helicoidal fibers"		1-3,10, 11
Υ	APPLIED OPTICS, Bd. 37, Nr. 18, 20. Juni 1998 (1998-06-20), Seitel 3902-3911, XP002131838 USA Seite 3902 Seite 3904 -Seite 3906 Seite 3909 -Seite 3910; Abbildung		4
	tere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu nehmen	X Siehe Anhang Patentfamilie	
"A" Veröffe aber r "E" älteres Anme "L" Veröffe scheir ander soll or ausge "O" Veröffe eine E "P" Veröffe dem b	antlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen ildedatum veröffentlicht worden ist intlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft ernen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer en im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden der die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie stührt) entlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht entlichung, die vor dem internationalen. Anmeldedatum aber nach	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem oder dem Prioritätsdatum veröffentlich Anmeldung nicht kollidiert, sondern nu Erfindung zugrundeliegenden Prinzips Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bede kann allein aufgrund dieser Veröffentlierinderischer Tätigkeit beruhend betra "Y" Veröffentlichung von besonderer Bede kann nicht als auf erfinderischer Tätigk werden, wenn die Veröffentlichung mi Veröffentlichungen dieser Kategorie ir diese Verbindung für einen Fachmann "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselbei Absendedatum des internationalen Ref	t worden ist und mit der ir zum Verständnis des der oder der ihr zugrundeliegenden utung; die beanspruchte Erfindung chung nicht als neu oder auf achtet werden utung; die beanspruchte Erfindung reit beruhend betrachtet i einer oder mehreren anderen in Verbindung gebracht wird und in aheliegend ist in Patentfamilie ist
	Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter	
	Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340–3016	Vorropoulos, G	

1



Inter .onales Aktenzeichen
PCT/EP 99/09845

		PCT/EP 99	97 09043
C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH AN	GESEHENE UNTERLAGEN		
(ategorie° Bezeichnung der Veröffentlic	chung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht komm	nenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
FIBER-OPTIC C ACTA PHOTONCA Bd. 26, Nr. 7 618-622, XPOO china Seite 618	, Juli 1997 (1997-07), Seiten		1,10
AL) 6. April	A (VON BIEREN KARLHEINZ ET 1993 (1993-04-06) ing; Abbildungen 1-6		4
US 4 389 090 21. Juni 1983 Zusammenfassu	A (LEFEVRE HERVE C) S (1983-06-21)		1,10

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inter. .nales Aktenzeichen PCT/EP 99/09845

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5201015 A	06-04-1993	KEINE	
US 4389090 A	21-06-1983	KEINE	

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

4

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference	FOR EUREUM COTON	See Notification of Transmittal of	International		
P98184WO.1P	FOR FURTHER ACTION	Preliminary Examination Report (Form PC	T/IPEA/416)		
International application No.	International filing date (day/n				
PCT/EP99/09845 09 December 1999 (09.12.99) 29 January 1999 (29.01.).01.99)		
International Patent Classification (IPC) or no G01B 11/16	ational classification and IPC				
Andline					
Applicant	DEUTSCHE TELEKO	M AG			
 This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36. 					
2. This REPORT consists of a total of	6 sheets, including	this cover sheet.			
This report is also accompan	ied by ANNEXES, i.e., sheets o	the description, claims and/or drawings whontaining rectifications made before this A	ich have		
(see Rule 70.16 and Section	607 of the Administrative Instru	tions under the PCT).	Authority		
These annexes consist of a total of 6 sheets.					
3. This report contains indications relati	ing to the following items:				
I Basis of the report	Basis of the report				
II Priority	II Priority				
III Non-establishment	of opinion with regard to novelt	, inventive step and industrial applicability			
IV Lack of unity of inv	IV Lack of unity of invention				
V Reasoned statement citations and explan	V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability;				
VI Certain documents of	VI Certain documents cited				
VII Certain defects in th	VII Certain defects in the international application				
VIII Certain observations on the international application					
Date of submission of the demand		Date of completion of this report			
19 April 2000 (19.04.00)		17 April 2001 (17.04.2001)			
Name and mailing address of the IPEA/EP		Authorized officer			
Facsimile No.		Telephone No.			

		•	

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP99/09845

I. Basis of the report						
1. This report has been drawn on the basis of (Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.):						
	the internationa	l application as originally f	îled.			
	the description,	pages 3-9	, as originally filed,			
		pages	, filed with the demand,			
		pages1,2,2a	, filed with the letter of09 February 2001 (09.02.2001) ,			
		pages	, filed with the letter of			
\boxtimes	the claims,	Nos.	, as originally filed,			
		Nos	, as amended under Article 19,			
		Nos.	, filed with the demand,			
		Nos. <u>1-14</u>	, filed with the letter of 09 February 2001 (09.02.2001) ,			
			, filed with the letter of			
\boxtimes	the drawings,	sheets/fig1/3-3/3	, as originally filed,			
		sheets/fig	, filed with the demand,			
		sheets/fig	, filed with the letter of,			
			, filed with the letter of			
2. The amend	ments have resulte	ed in the cancellation of:				
	the description,	pages				
$\overline{\Box}$		Nos				
	•	sheets/fig				
3. This to go	report has been es beyond the disclo	tablished as if (some of) the sure as filed, as indicated it	e amendments had not been made, since they have been considered in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).			
			11			
4. Additional	observations, if ne	cessary:				
		•				



INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No. PCT/EP 99/09845

V.	Reasoned statement under Article 3 citations and explanations supporting	35(2) with regard to no ng such statement	ovelty, inventive step or industrial applic	ability;
1.	Statement			
	Novelty (N)	Claims	1-14	YES
		Claims		NO
	Inventive step (IS)	Claims	1-14	YES
		Claims		NO NO
	Industrial applicability (IA)	Claims	1-14	YES
		Claims		NO

2. Citations and explanations

The report makes reference to the following documents:

D1: F. WASSMANN et al.: "Berry's phase analysis of polarisation rotation in helicoidal fibres", Appl.

Optics Vol. 37, No. 18, 1998-06-20, pages 3902-3911, XP002131838

D2: Y. LIBO et al.: "Two dimensional HiBi fiber-optic coil strain sensor" Vol. 26, No. 7, 1997-07, pages 618-622, XP000884999

D3: US-A-5 201 015 D4: US-A-4 389 090.

1. Technical field of the invention

The application relates to a device and a method for detecting changes in distance between a first location and a second location.

2. Independent Claim 1

A method is known from D1 for calculating the polarisation rotation of light which traverses a helically coiled light guide. D2 discloses the measuring of mechanical stress using a coiled light guide, which uses the influence of the mechanical stress on the state of polarisation of light traversing the light guide. D3 discloses a sensor for measuring mechanical stress using a light guide, said



light guide having concentric windings. When a mechanical tensile stress is brought to bear on the sensor, the windings are elastically stretched, thereby increasing the circumference of the windings and thus the length of the light path. The increase in the length of the light path is used as a measure for the mechanical stress acting from without.

D4 discloses a device for <u>producing</u> certain states of polarisation of light in a light guide. At least one area of the light guide is designed as a winding or coil. The state of polarisation can be adjusted and altered by altering the spatial orientation of the winding or coils and by twisting the light guide.

Problem: Increasing accuracy.

Solution as per Claim 1: The device contains a <u>helically</u> coiled optical fibre which can be mechanically connected to at least one of the locations, a detection device and a reference optical fibre path.

PCT Article 33(2) and (3): The features "the optical fibre can be mechanically connected to at least one of the locations", "a detection device for optical signals, wherein the detection device is able to issue an output signal dependent on the state of polarisation of the optical signal transmitted via the optical fibres" and "a reference optical fibre path" do not proceed from D1. The features "helically coiled optical fibre" and "a reference optical fibre path" do not proceed from D2.

Document D3-D4 do not disclose the features "a reference optical fibre path".

A device such as this is neither known nor obvious from any of the search report citations.

The subject matter of Claim 1 is therefore novel and inventive.



INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No. PCT/EP 99/09845

3. Independent Claim 9

All of the structural features of independent method Claim 9 are consistent with independent device Claim 1, since these features claim method steps corresponding to the device features.

The features "the state of polarisation of the optical signal after transmission is compared to that prior to transmission" or "the state of polarisation of the optical signal after transmission is compared to a reference state of polarisation" do not proceed from D1-D4.

The subject matter of Claim 9 is therefore novel and inventive (PCT Article 33(2) and (3)).

4. Industrial applicability (PCT Article 33(4))

There are no doubts as to the industrial applicability of the present invention.

5. Dependent claims

Dependent Claims 2 to 8 relate to advantageous embodiments of the device as per Claim 1 and they are therefore likewise deemed to be novel and inventive.

Dependent Claims 10 to 14 relate to advantageous embodiments of the device as per Claim 9 and they are therefore likewise deemed to be novel and inventive.

